SCC 202 - Algoritmos e Estruturas de Dados I

TAD: Tipo Abstrato de Dados (2)

Exemplo e Prática

COM 4 COMENTÁRIOS IMPORTANTES

5/8/2010 e 10/8/2010

Um TAD matriz

- A maioria dos programadores usa os vetores e matrizes oferecidos pelas linguagens.
- Não param para pensar na natureza de tais estruturas.
- Aqui, vamos parar para pensar, pois iremos implementar um TAD matriz, com algumas operações.
  - Link: http://www.cs.miami.edu/~geoff/Courses/MTH517-00S/Content/ArrayBasedADTs/ArrayADT.html

- Matrizes são armazenadas de forma linear com 2 opções:
  - Ordenado por linha ou por coluna
    - Fixa linha e varia a coluna (C, Java)
    - Fixa a coluna e varia a linha (Fortran)
- Vamos guardar também o nro de linhas e o nro de colunas (2 inteiros), e a linearização dos elementos.
- Espaço dos elementos = produto das dimensões

1,1	1,2	1,3
2,1	2,2	2,3
3.1	3,2	3,3
4,1	4,2	4,3

Figure 3: A 4x3 two–dimensional array.

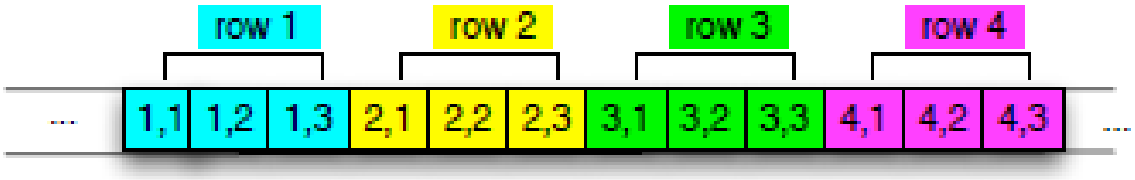


Figure 4: Row order storage for the array in Figure 3.

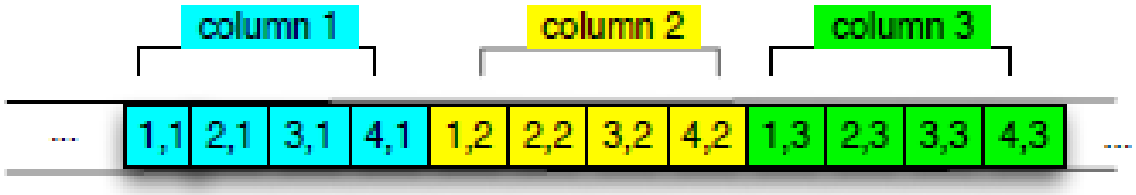


Figure 5: Column order storage for the array in Figure 3.

Assumindo um endereço por elemento e a base = alpha

- Matrizes ordenadas por linhas:
  - Array [NumberOfRows][NumberOfColumns]
  - Offset for preceding rows is Row * NumberOfColumns
  - Offset in row is Column
  - Address is alpha + (Row -1) * NumberOfColumns + Column

```
struct matriz {
                int lin;
                int col;
                float* v;
};
```

COMENTÁRIO 1: Ajustei para
não pular espaço,
nem ultrapassar o espaço
armazenado

Ordenação por colunas:
(Column – 1) *NumberOfRows + Row

TADs em C: Exemplo

Comentário 2: Não era para esconder a estrutura de dados?

- Note que a *composição* da estrutura Matriz (struct matriz) não está explicita.
- Dessa forma, os demais módulos que usarem esse TAD não poderão acessar diretamente os campos dessa estrutura.
- Os clientes desse TAD só terão acesso às informações que possam ser obtidas através das funções exportadas.

```
/* TAD: Matriz m por n */

/* Tipo Exportado */

typedef struct matriz Matriz;

OU    typedef struct matriz *Matriz; e dai não usa ponteiros nas funções

/* Funções Exportadas */

/* Função cria - Aloca e retorna matriz m por n   */

Matriz* cria (int m, int n);

/* Função libera - Libera a memória de uma matriz */

void libera (Matriz* mat);

                                        /* Continua... */
```

Arquivo matriz.h

Melhor solução:

Em matriz.h:

```
typedef Mat Matriz;
```

Em matriz.c:

```
typedef struct matriz {
    int lin;
    int col;
    float* v;
} Mat;
```

Como C não permite
2 níveis de typedef, a solução
ao lado, embora lógica, não é
Implementada. RESULTADO:
TADs não conseguem manter
Suas ED opacas e, geralmente
Estas são encapsuladas em
STRUCTS para escondermos
a ED.

```
/* Continuação... */

/* Função acessa - Retorna o valor do elemento [i][j]
   */

float acessa (Matriz* mat, int i, int j);

/* Função atribui - Atribui valor ao elemento [i][j]
   */

void atribui (Matriz* mat, int i, int j, float v);

/* Função linhas - Retorna o no. de linhas da matriz
   */

int linhas (Matriz* mat);

/* Função colunas - Retorna o no. de colunas da matriz
   */

int colunas (Matriz* mat);
```

Arquivo matriz.h

- **OBSERVAÇÃO:** Note que as funções recebem e retornam PONTEIROS para Matriz.

- Isso porque o cliente não conseguirá declarar uma variável do tipo Matriz, pois seu tamanho e composição são desconhecidos para o cliente.

- No entanto, o cliente consegue declarar um ponteiro para Matriz, pois o ponteiro é uma variável cujo tamanho independe do tipo de dado que aponta, já que armazena apenas um endereço de memória.

TADs em C: Exemplo

```
#include <stdlib.h> /* malloc, free, exit */
#include <stdio.h> /* printf */
#include "matriz.h"

Typedef struct matriz {
        int lin;
        int col;
        float* v;
} Mat;

void libera (Matriz* mat){
   free(mat->v);
   free(mat);
}
```

Antiga solução

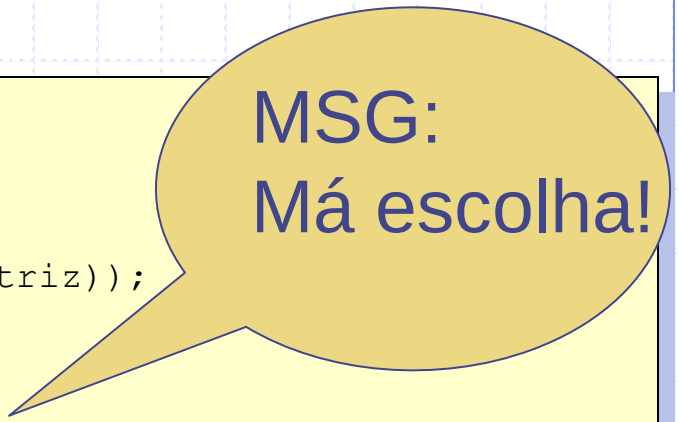
```
struct matriz {
int lin;
int col;
float* v;
};
```

Melhor solução!

Arquivo matriz.c

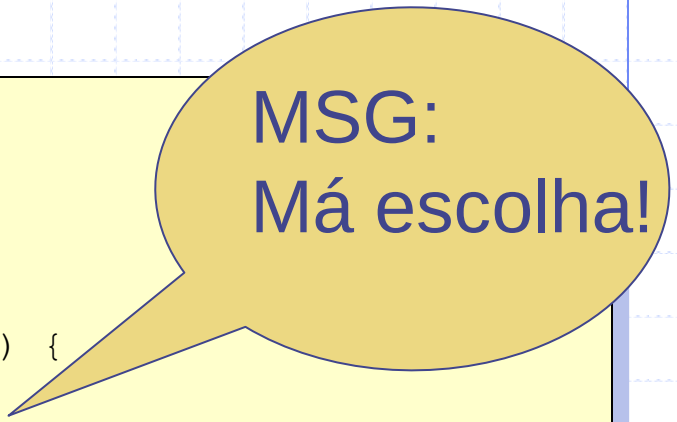
TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */

Matriz* cria (int m, int n) {
    Matriz* mat = (Matriz*) malloc(sizeof(Matriz));
    if (mat == NULL) {
        printf("Memória insuficiente!\n");
        exit(1);
    }
    mat->lin = m;
    mat->col = n;
    mat->v = (float*) malloc(m*n*sizeof(float));
    return mat;
}
```



TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */

float acessa (Matriz* mat, int i, int j) {
    int k; /* índice do elemento no vetor */
    if (i<0 || i>=mat->lin || j<0 || j>=mat->col) {
          printf("Acesso inválido!\n");
          exit(1);
    }
    k = (i - 1)*mat->col + j;
    return mat->v[k];
}

int linhas (Matriz* mat) {
    return mat->lin;
}
```



TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */

void atribui (Matriz* mat, int i, int j, float v) {
   int k; /* índice do elemento no vetor */
   if (i<0 || i>=mat->lin || j<0 || j>=mat->col) {
        printf("Atribuição inválida!\n");
        exit(1);
   }
   k = (i - 1)*mat->col + j;
   mat->v[k] = v;
}

int colunas (Matriz* mat) {
   return mat->col;
}
```

Programa cliente – que usa o TAD

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "matriz.h"

int main(int argc, char *argv[])
{
  float a,b,c,d;
  Matriz *M;

  // criação de uma matriz
  M = cria(5,5);

  // inserção de valores na matriz
  atribui(M,1,2,40);
  atribui(M,2,3,3);
  atribui(M,3,0,15);
  atribui(M,4,1,21);
```

Programa cliente – que usa o TAD

```
/* Continuação... */


// verificando se a inserção foi feita corretamente
  a = acessa(M,1,2);
  b = acessa(M,2,3);
  c = acessa(M,3,0);
  d = acessa(M,4,1);

  printf ("M[1][2]: %4.2f \n", a);
  printf ("M[2][3]: %4.2f \n", b);
  printf ("M[3][0]: %4.2f \n", c);
  printf ("M[4][1]: %4.2f \n", d);

  libera(M);
  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

Restrição da solução

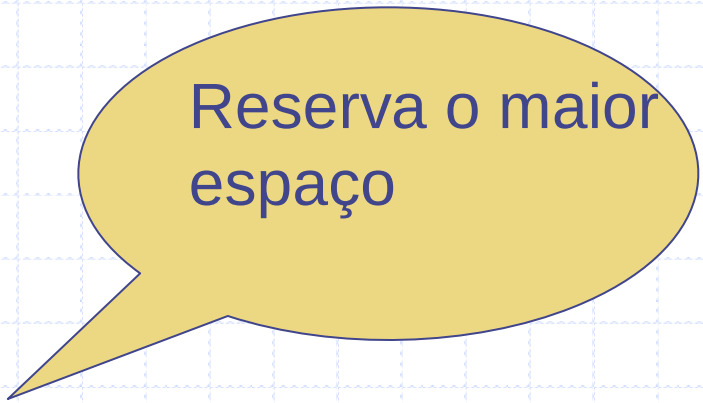
- Com a implementação dada só podemos ter uma matriz de floats

- Como faríamos para ter uma matriz de inteiros ou strings?
  - Poderíamos ir no .c e .h e alterar o tipo e passagem de alguns parâmetros relativos ao conteúdo da matriz
  - ou
  - poderíamos criar uma union com os 3 tipos de dados acima para definir os elementos da Matriz

- Veremos estas duas opções no curso.

Union

- Uma declaração **union** determina uma *única* localização de memória onde podem estar armazenadas várias variáveis diferentes.
  - union angulo{
    float graus;
    float radianos;
    } ;
  - union angulo{
    int graus;
    float radianos;
    } ;



- Responsabilidade do programador em garantir o tipo recentemente atualizado.

Comentários 3 e 4:

- 3) Uso de inclusão condicional e

- 4) Cuidado com o retorno do valor de uma variável local, pois elas são desalocadas da pilha logo após o retorno da função.

  Dai, se tentamos ler a variável fora da função iremos perder seu valor, após algum tempo.

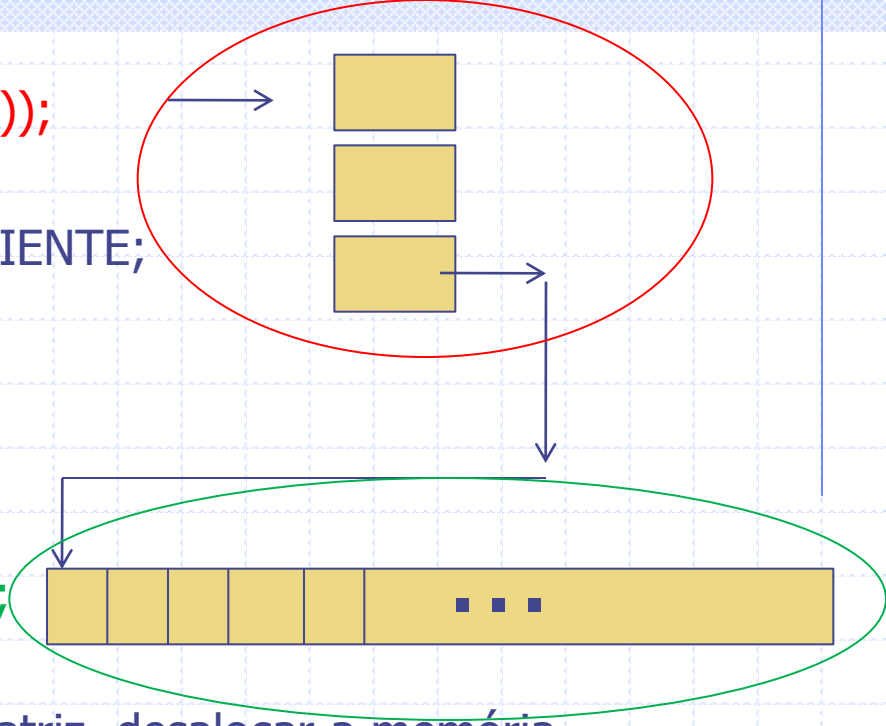
  Por isto que foi alocado espaço no heap (ponteiros), por exemplo, em cria (abaixo), para a variável local mat, pois retornamos esta variável:

Em libError.h aplicou-se inclusão condicional:

```
====
#ifndef LIBERROR_H_INCLUDED
#define LIBERROR_H_INCLUDED

/*Biblioteca que define os tipos de erros possíveis*/
/*Disponível ao usuário - parte da documentação*/

#define ERRO_SUCESSO 0
#define ERRO_PONTEIRO_NULO 1
#define ERRO_ENDERECO_INVALIDO 2
#define ERRO_MEMORIA_INSUFICIENTE 3

#endif // LIBERROR_H_INCLUDED
=====
```

Há alguns detalhes sobre isso em:
http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/EA876/apostila/HTML/node150.html

```
Matriz* cria (int m, int n, int *flagErro) {
    Matriz* mat = (Matriz*) malloc(sizeof(Matriz));
    if (mat == NULL) {
          *flagErro = ERRO_MEMORIA_INSUFICIENTE;
          exit(1);
    }
    mat->lin = m;
    mat->col = n;
    mat->v = (float*) malloc(m*n*sizeof(float));
    if(mat->v == NULL){
       /*Se não há memória suficiente para a matriz, desalocar a memória
    anteriormente alocada*/
       free(mat);
       *flagErro = ERRO_MEMORIA_INSUFICIENTE;
       exit(1);
    }
    *flagErro = ERRO_SUCESSO;
    return mat;
}
```



```
Matriz cria (int m, int n, int *flagErro) {
Matriz  mat ;
```

Seria um erro fazer assim...pois as locais Morrem ao fim de uma função.